



#9
Priority
6-27-02
Attorney Docket: 225/50424
PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: PETER EBEL ET AL.

Serial No.: 09/963,557

Group Art Unit: 2834

Filed: SEPTEMBER 27, 2001

Examiner: To Be Assigned

Title: STARTER-GENERATOR DEVICE FOR INTERNAL
COMBUSTION ENGINES AND METHOD FOR OPERATING THE
DEVICE

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Box Missing Parts

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of prior foreign application No. 100 47 755.0, filed in Germany on September 27, 2000, is hereby requested and the right of priority under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of the original foreign application.

Respectfully submitted,

May 22, 2002

Vincent J. Sunderdick
Registration No. 29,004

CROWELL & MORING, LLP
P.O. Box 14300
Washington, DC 20044-4300
Telephone No.: (202) 624-2500
Facsimile No.: (202) 628-8844

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 100 47 755.0

Anmeldetag: 27. September 2000

Anmelder/Inhaber: DaimlerChrysler AG,
Stuttgart/DE

Bezeichnung: Starter-Generator-Vorrichtung für Verbrennungs-
kraftmaschinen und Verfahren zum Betreiben der
Vorrichtung

IPC: F 02 N 11/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 27. September 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Eberl

DaimlerChrysler AG

Stuttgart

19.09.2000

Starter-Generator-Vorrichtung für Verbrennungskraftmaschinen
und Verfahren zum Betreiben der Vorrichtung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Starter-Generator-Vorrichtung für Verbrennungskraftmaschinen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zum Betreiben der Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 10.

Aus der DE 19632074 C2 ist eine Anlaßvorrichtung für Verbrennungskraftmaschinen mit mindestens einer ersten kraftschlüssigen Kupplung und einem über eine elektrische Energiequelle betätigbaren Starter-Generator bekannt, der mit einem schaltbaren Getriebe in Wirkverbindung steht, wobei die kraftschlüssige Kupplung nach dem Schwungradgenerator und vor dem Getriebe vorgesehen ist. Dies hat den Nachteil, daß der Generator nicht zur Synchronisation des Getriebes im vom Motor abgekoppelten Zustand eingeschaltet werden kann und der Generator einen Motor mit hohem Losreißmoment nicht starten kann.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die Starter-Generator-Vorrichtung derart auszubilden und anzuordnen, daß Komponenten im Antriebsstrang eingespart werden können und selbst Motoren mit höherem Anlaßmoment als dem des Starter-Generators anlassen zu können.

Gelöst wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, daß zwischen einem über eine elektrische Energiequelle betätigbaren Schwungradgenerator und einem Verbrennungsmotor mindestens

eine kraftschlüssige Kupplung vorgesehen ist, wobei der Schwungradgenerator die eigentliche Schwungmasse des Verbrennungsmotors bildet.

Ein besonderer Vorteil der Erfindung ist, daß der Schwungradgenerator einen Verbrennungsmotor losreißen kann, der ein erheblich größeres Losreißmoment hat als dem Drehmoment des Schwungradgenerator im Anlaßzustand bei Stillstand des Schwungradgenerators entspricht, bei dem er aus dem Stillstand den Motor mit andrehen müßte. Somit ist es auch möglich, aus dem Stillstand des Motors heraus über den bereits drehenden Generator den Motor anzuwerfen.

Ein weiterer Vorteil ist, daß der Schwungradgenerator zum Synchronisieren des Getriebes verwendet werden kann. Beim Hinaufschalten in einen höheren Getriebegang kann die Getriebeeingangswelle vom Schwungradgenerator abgebremst werden, bis die gewünschte Drehzahl erreicht ist.

Weiterhin vorteilhaft ist, daß ein nahezu verschleißfreier Betrieb der Reibkupplung zwischen Schwungradgenerator und Verbrennungsmotor möglich ist, da diese durch Einwirken des Schwungradgenerators im Anfahrvorgang unterstützt und bei entsprechender Dimensionierung nahezu drehzahldifferenzfrei geschlossen werden kann.

In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung kann speziell im Pkw-Bereich ein Fahrzeug im ersten Gang wahlweise vorwärts oder rückwärts fahren und so die übliche Zwischenwelle des Rückwärtsgangs in einem üblichen Schaltgetriebe eingespart werden. Dies bedeutet eine erhebliche Vereinfachung des Getriebes sowie Gewichtseinsparungen im Antriebsstrang.

In einer weiteren günstigen Ausgestaltung wird ein Getriebe verwendet, bei dem eine formschlüssige Kupplung auf der Eingangswelle angeordnet ist. Im Zusammenwirken mit dem Schwungradgenerator ist damit ein besonders kompakter und preiswerter Antriebsstrang darstellbar.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht darin, daß der Schwungradgenerator Bremsenergie des Fahrzeugs in andere Energieformen wandeln kann und so als verschleißlose Bremse dient.

Weiterhin ist es möglich, den Schwungradgenerator jeweils als Anlasser, Lichtmaschine und Generator zu betreiben, so daß Aggregate eingespart werden können.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sind in den Patentansprüchen und in der Zeichnung dargestellt. Dabei zeigt

Fig. 1 a, b einen Verbrennungsmotor mit Schwungmasse nach dem Stand der Technik (Fig. 1a), einen Verbrennungsmotor mit abtrennbarer Schwungmasse gemäß der Erfindung (Fig. 1b) und

Fig. 2 eine bevorzugte Anordnung der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit zusätzlicher Klauenkupplung.

In Fig. 1a ist eine Detailansicht einer üblichen Anordnung eines Verbrennungsmotors 7 mit seiner Schwungmasse 3 nach dem Stand der Technik dargestellt. Die Schwungmasse 3 ist direkt mit der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors 7 verbunden und sorgt für eine ausreichende Laufruhe des Verbrennungsmotors 7 im Betrieb. Die Schwungmasse 3 kann über eine Reibkupplung 2 vom restlichen Antriebsstrang abgekoppelt werden. Zum Anfahren

wird z.B. der Motor gestartet und die Reibkupplung 2 geschlossen, indem die Schwungmasse 3 als Anpreßplatte für die Reibkupplung 2 dient. In Fig. 1b ist eine Anordnung gemäß der Erfindung dargestellt. Sie ist gegenüber der aus Fig. 1a umgekehrt angeordnet, wobei die Reibkupplung 2 jetzt zwischen der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors 7 und der Schwungmasse 3 sitzt, so daß nunmehr die Schwungmasse 3 des Verbrennungsmotors 7 von diesem abkoppelbar ist. Die Schwungmasse ist nunmehr abgekoppelt vom Motor wie eine elektrische Maschine mit Rotor und Stator auch bestrombar und kann als Schwungrad elektrisch hochgedreht werden und je nach Bestromungsrichtung ein positives oder negatives Drehmoment erzeugen. Im Generatorbetrieb kann Energie entzogen und damit Bremsmoment erzeugt werden. Im Prinzip kann die Schwungmasse auch je nach Bestromungsrichtung seinen Drehsinn ändern.

In Fig. 2 ist eine Antriebsvorrichtung für Verbrennungskraftmaschinen in Blockschaltbildern wiedergegeben und zeigt einen Verbrennungsmotor 7, der über eine Reibkupplung 2 mit einem Schwungradgenerator 3 in Antriebsverbindung bringbar ist. Dieser Schwungradgenerator 3 bildet wie in Fig. 1 dargestellt, die eigentliche Schwungmasse des Verbrennungsmotors 7.

Durch Öffnen der Kupplung 2 kann der Schwungradgenerator 3 von der nicht dargestellten Kurbelwelle des Verbrennungsmotors 7 abgetrennt werden. Der Schwungradgenerator 3 kann über eine Energiequelle 5, vorzugsweise die Fahrzeugbatterie, oder einen elektrischen Anlassermotor hochgefahren werden. Wird der Schwungradgenerator 3 von einem Anlassermotor angetrieben, so kann er daran z.B. über eine Übersetzung in einen Hochtrieb über Zahnräder angeflanscht sein. Vorzugsweise ersetzt der

Schwungradgenerator 3 jedoch die Funktion des Anlassers des Fahrzeugs und wird hierzu über die Fahrzeugbatterie bestromt.

Der Schwungradgenerator 3 steht in Wirkverbindung mit einem schaltbaren, nicht synchronisierten Getriebe 4. Das Getriebe 4 weist eine nicht dargestellte Getriebeeingangswelle sowie als Hauptwelle eine nicht dargestellte Getriebeausgangswelle auf, welche in üblicher Weise mit einer nicht dargestellten Vorgelegewelle zusammenwirken. Zusätzlich kann auch eine Zwischenwelle für den Rückwärtsgang in üblicher Weise vorhanden sein. Das Getriebe 4 kann auch ein ungleichachsiges Getriebe nur mit einer Eingangswelle und einer Ausgangswelle sein.

Der Schwungradgenerator 3 steht in einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung über eine weitere Kupplung 6, vorzugsweise eine Formschlußkupplung, beispielsweise eine Klauenkupplung, mit dem Schaltgetriebe 4 in Antriebsverbindung. Diese Anordnung wird besonders bevorzugt in Fahrzeugen eingesetzt, deren nachgeschaltetes Getriebe 4 oder weiteren Aggregate beim Kaltstart sehr hohe Schleppmomente aufweisen, also etwa Lastkraftwagen. Die weitere Kupplung 6 ist dann besonders vorteilhaft, wenn im Kaltstartfall des Verbrennungsmotors das Schleppmoment des Getriebes 4, etwa durch die temperaturbedingt große Zähigkeit des Getriebeöls, zu hoch ist und das Schleppmoment, welches durch Wellen und Zahnräder des Getriebes verursacht wird, zum Anlassen abgekoppelt werden soll. Dies ist besonders bei Lastkraftwagen vorteilhaft.

Bei einem geringen Schleppmoment oder auch beim Warmstart, wenn die Viskosität des Getriebeöls gering ist, kann auf eine weitere Kupplung 6 vor dem Getriebe 4 verzichtet bzw. diese

geschlossen gehalten werden. Eine Trennung des Antriebsstrangs zum Anlaßvorgang des Motors im Fahrzeug-Stillstand kann dann auch innerhalb des Getriebes 4 auf der Eingangswelle oder aber auch durch Leerlauf auf der Hauptwelle bewirkt werden, indem das Getriebe 4 auf Leerlauf geschaltet wird.

Speziell im letzten Fall kann das Trägheitsmoment und die Schwungmasse der Anordnung vor allem für den Anlaßvorgang des Verbrennungsmotors 7 erhöht werden, da je nach Einbauort der Trennkupplung noch rotatorische Masse von Getriebeeingangswelle oder Vorgelegewelle mit genutzt werden kann. Mit der Schwungmasse steigt zwar auch das an sich unerwünschte Schleppmoment an. Je nach bauartbedingtem Schleppmoment kann jedoch ein geeigneter Einbauort für die Trennkupplung zwischen Schwungradgenerator 3 und Getriebeeingangswelle und/oder Vorgelegewelle ausgewählt werden, bei dem das Verhältnis von effektiv wirkender Schwungmasse und Schleppmoment günstig ist.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung 1 kann als kompakte Starter-Generatoreinheit mit der Reibkupplung 2 und der etwaig vorhandenen Klauenkupplung 6 ausgebildet werden, welche zwischen Kurbelwelle des Verbrennungsmotors 7 und Getriebe 4 angeordnet ist.

Besonders bevorzugt wird eine Klauenkupplung auf der Getriebeeingangswelle angeordnet und das Getriebe 4 als bevorzugtes Klauengetriebe ausgebildet. Dies ist eine sehr kompakte Möglichkeit und kann die separat angeordnete Klauenkupplung 6 einsparen.

Bisher bestanden Überlegungen, den Anlasser im Kraftfahrzeug mit der Lichtmaschine zu einer Starter-Generatoreinheit

auszubilden, um so eines dieser beiden Aggregate einzusparen. Dies war bisher aus Kostengründen, besonders im Lkw-Bereich, nicht sinnvoll möglich, da die aus einem Schwungradgenerator bestehende Starter-Generatoreinheit sehr groß dimensioniert werden müßte, damit dieser aus dem Stillstand heraus den Verbrennungsmotor anwerfen kann. Dann würde jedoch der Wirkungsgrad der Starter-Generatoreinheit im Generatorbetrieb erheblich sinken. Ganz besonders gilt dies für Lastkraftwagen, deren Losbrechmoment des Verbrennungsmotors erheblich größer als das eines Personenkraftwagens ist, also zum Starten eigentlich einen sehr viel größeren Starter-Generator benötigen als etwa ein Pkw.

Dabei entspricht das Losreißmoment des Pkw in etwa einem Leistungsbedarf, der auch dem Leistungsbedarf der elektrischen Verbraucher im Bordnetz entspricht. Ein Starter-Generator in einem Pkw kann für also beide Anwendungsfälle ausreichend dimensioniert werden.

Das Losreißmoment eines Lkw kann jedoch bis zu etwa einen Faktor 10 größer als das eines Pkw. Andererseits ist aber der Bedarf an elektrischer Leistung bei beiden Fahrzeugklassen annähernd vergleichbar, so daß auch die Lichtmaschinen von Pkw und Lkw von ihrer elektrischen Leistung in etwa vergleichbar sind.

Dies bedeutet jedoch, daß ein Starter-Generator, der ausreichend dimensioniert ist, um einen Lkw zu starten, gleichzeitig als Generator viel zu groß ausgelegt wäre und im wesentlichen nur im Teillastbereich mit ungünstigem Wirkungsgrad arbeitete. Dies führt jedoch zu unnötigen Kosten und einem zu hohen Gewicht und damit einem erhöhten Kraftstoffverbrauch. Mit zunehmender Motorleistung ist eine

solche konventionelle Lösung für Lkw daher nicht mehr sinnvoll.

Gemäß der Erfindung kann jedoch der Schwungradgenerator 3, der für die Bordnetzversorgung ausreichend ausgelegt ist, auch einen Verbrennungsmotor 7 starten, der ein wesentlich höheres Losreißmoment hat als dem Drehmoment des Schwungradgenerators 3 im Anlaßzustand aus dem Stillstand entspricht. Im Anlaßzustand aus dem Stillstand steht dem Schwungradgenerator als Kraft nur das Moment zur Verfügung, welches durch die Bestromung des Schwungradgenerators entsteht. Es würde nicht gelingen, damit das Losreißmoment des leistungsstarken Verbrennungsmotors 7 zu überwinden und diesen mit anzudrehen.

Zum Anlassen wird vor dem Starten des Verbrennungsmotors 7 erfindungsgemäß der Schwungradgenerator 3 von der Reibkupplung 2 und von unerwünschten Schleppmomenten des Getriebes 4 getrennt. Dazu wird, falls vorhanden, die Klauenkupplung 6 geöffnet oder das Getriebe 4 abgekuppelt, indem Getriebekupplungen in einem bevorzugten Klauengetriebe 4 geöffnet werden bzw. das Getriebe 4 auf Leerlauf geschaltet wird. Dabei kann durch die kurzzeitige Entkopplung der Motorschwungmasse von der Kurbelwelle der Schwungradgenerator 3 so lange von der Energiequelle 5 bestromt werden, daß er auf eine hohe Drehzahl (Solldrehzahl) hochdreht und dann über das Losreißmoment der schnell rotierenden Schwungmasse den Verbrennungsmotor 7 startet, indem die Reibkupplung 2 möglichst schnell geschlossen wird. Dabei wird der Schwungradgenerator 3 vorzugsweise weiter bestromt, um den Verbrennungsmotor 7 durchzudrehen und dem Abbau der kinetischen Energie des Schwungradgenerators 3 entgegenzuwirken.

Der Verbrennungsmotor 7 wird dann wieder kurzzeitig vom Schwungradgenerator 3 mechanisch getrennt, indem die Reibkupplung 2 wieder kurzzeitig geöffnet wird und der Schwungradgenerator 3 in etwa bis auf Stillstand heruntergefahren, um das Getriebe 4 zuzuschalten, indem der Schwungradgenerator 3 entweder gegensinnig bestromt wird oder Energie in einen Speicher, Widerstand oder dergleichen abgibt. Das Getriebe 4 wird zugeschaltet, indem die Klauenkupplung 6 formschlüssig geschlossen wird, bzw. die Getriebekupplungen geschlossen werden. Die Reibkupplung 2 zwischen Verbrennungsmotor 7 und Schwungradgenerator 4 wird dann anschließend wieder geschlossen. Hierdurch wird jetzt das Durchleiten des Verbrennungsmotormoments in das Getriebe 4 möglich, da nunmehr das Getriebe 4 wieder in den Antriebsstrang eingegliedert bzw. angekoppelt ist. Die Laufruhe des Verbrennungsmotors 7 wird jetzt wieder von der Schwungmasse des Schwungradgenerators 3 stabilisiert. Die Klauenkupplung 6 wird im weiteren Fahrbetrieb vorzugsweise geschlossen gehalten.

Soll in diesem Zustand das Fahrzeug mit laufendem Verbrennungsmotor 7 stehenbleiben, muß das Getriebe 4 auf Leerlauf geschaltet sein. Hierzu ist eine Antriebsstrangsteuerung vorgesehen, welche die Klauenkupplung 6 und/oder das Getriebe 4 mit oder ohne auf der Eingangswelle im Getriebe 4 angeordneter Klauenkupplung, sowie Drehzahl und Drehmoment des Verbrennungsmotors 7 und Drehzahl und Drehmoment des Schwungradgenerators 3 in Abhängigkeit von Fahrerwunsch und Drehzahlverhältnissen steuert.

Das Anfahren des Fahrzeugs kann so erfolgen, daß die Leerlaufdrehzahl des Verbrennungsmotors 7 gehalten und die Reibkupplung 2 langsam geschlossen wird. Falls das

Leistungsangebot des Verbrennungsmotors 7 zum Anfahren nicht ausreicht, wird die Motordrehzahl entsprechend erhöht.

Ganz besonders günstig ist es jedoch, beim Anfahren den Schwungradgenerator 3 zu bestromen, um damit das über die Kupplung 2 aufzubauende Anfahrmoment durch den Schwungradgenerator 3 zu unterstützen. Dabei kann besonders vorteilhaft das Fahrzeug, speziell im Pkw-Segment, allein durch den Schwungradgenerator 3 bis zur Angleichdrehzahl beschleunigt werden und die Kupplung 2 dann ohne Drehzahldifferenz geschlossen werden. Damit ist es möglich, die Kupplung 2 praktisch verschleißfrei zu betreiben. Zusätzlich erlaubt diese Variante, daß eine aufwendige Kupplungssteuerung der Reibkupplung 2 entfallen kann, da diese im wesentlichen nur noch möglichst schnell öffnen und schließen können muß.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung hat den Vorteil, daß der Schwungradgenerator 3 zum Beschleunigen des Antriebsstrangs bis zur Synchronleerlaufdrehzahl des Verbrennungsmotors 7 verwendet werden kann. Dadurch ist ein drehzahldifferenzfreies Schalten der Reibkupplung 2 möglich. Die Kupplung 2 verschleißt praktisch nicht über die gesamte Lebensdauer des Fahrzeugs.

Durch die Möglichkeit, mittels der Reibkupplung 2 die Kurbelwelle von der Schwungmasse des Verbrennungsmotors 7, welche durch den Schwungradgenerator 3 gebildet wird, zumindest kurzzeitig zu entkoppeln, kann der gleiche Schwungradgenerator 3 auch zur Synchronisation des nachgeschalteten Schaltgetriebes bzw. Klauengetriebes 4 verwendet werden, ohne dabei die verbleibende rotatorische

Masse des Motorkurbeltriebs mit berücksichtigen zu müssen. Daraus resultiert eine hohe Dynamik des Systems.

Wie bereits beschrieben, ist bei zu hohem Schleppmoment des Getriebes 4 in einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung der Einbau einer Klauenkupplung 6 zwischen Schwungradgenerator 3 und dem Getriebe 4 günstig, die im Gleichlauf zwischen Getriebeeingangswelle und Schwungradgenerator 3 oder im Stillstand betätigt werden kann. Dadurch kann die Eingangswelle des Getriebes 4 im Anlaßvorgang des Verbrennungsmotors 7 abgekoppelt werden und nur die Schwungmasse des Schwungradgenerator 3 auf die gewünschte Drehzahl hochgedreht werden.

Wird im Getriebeeingang auf der Eingangswelle eine trennbare Verbindung zwischen Welle und auf der Eingangswelle sitzendem Vorgelegerad angeordnet, so kann die vorgeschaltete Klauenkupplung 6 zwischen Schwungradgenerator 3 und dem Getriebe 4 entfallen. Liegen zudem die Schleppmomente von Vorgelegewelle und Eingangswelle im Getriebe 4 bei Antrieb durch den Schwungradgenerator 3 so niedrig, daß dadurch die Enddrehzahl des Schwungradgenerators 3 zum Starten des Verbrennungsmotors 7 nur vernachlässigbar reduziert wird, so kann die Klauenkupplung 6 sowohl vor dem Getriebeeingang als auch eine Klauenkupplung auf der Getriebeeingangswelle völlig entfallen. In diesem Fall ist für den Anlaßvorgang lediglich sicherzustellen, daß im Getriebe 4 der Leerlauf geschaltet ist.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung und dem entsprechenden Verfahren ist es auch möglich, auf einfache Weise das über den Verbrennungsmotor 7 angetriebene, nichtsynchronisierte Getriebe 4 im Fahrbetrieb zu synchronisieren. Ist die Reibkupplung 2

eine mechanische Kupplung, kann diese im Fahrbetrieb stets geschlossen bleiben und muß nur bei Stillstand des Fahrzeugs zum Anlassen des Verbrennungsmotors 7 geöffnet werden und zum Einlegen des 1. Ganges zum Anfahren des Fahrzeugs, wenn dieses nicht bereits bis zur Synchrondrehzahl der Kupplung durch den Starter-Generator beschleunigt werden konnte.

Die Synchronisation erfolgt durch den Schwungradgenerator 3 und eine entsprechende Ansteuerung des Verbrennungsmotors 7 durch Angleich der Drehzahl von Eingangswelle/Vorgelegewelle und Zahnräder auf die Hauptwellendrehzahl. Der Gang im Klauengetriebe 4 kann nun bei Gleichlauf eingelegt werden.

Bei mechanischer Reibkupplung 2, welche über ein Kupplungspedal durch den Fahrer betätigt wird, erfolgt das Hochschalten der Gänge mit geschlossener Reibkupplung 2. Das Motordrehmoment wird von der Antriebstrangsteuerung angeglichen, bis der Antriebstrang lastfrei ist. Dadurch liegt keine Zahnradverspannung im Getriebe 4 vor, und die vorzugsweise automatisierte Getriebebeschaltung schaltet in den Leerlauf, so daß kein Durchtrieb mehr zur Hauptwelle erfolgt. Jetzt wird die Getriebeeingangswelle abgebremst, da das Übersetzungsverhältnis beim Hochschalten erniedrigt wird. Um die Vorgelegewelle bis zu dieser Synchrondrehzahl abzubremsen, ist es günstig, so schnell wie möglich die niedrigere notwendige Drehzahl der Eingangswelle zu erreichen. Hierzu kann das volle Motormoment auf Null gesetzt werden und/oder zusätzlich dem Schwungradgenerator 3 Energie entzogen werden oder dieser gegensinnig bestromt werden. Ist die Synchrondrehzahl erreicht, wird der höhere Gang geschaltet und das Motormoment und die bremsenden Maßnahmen eingestellt. Das Motormoment des Verbrennungsmotors 7 wird damit wieder auf die Antriebsachse geleitet.

Bei einer automatisierten Reibkupplung 2, die vollautomatisch geregelt wird, erfolgt das Hochschalten mit geöffneter Reibkupplung 2. Das Abbremsen der Getriebeeingangswelle erfolgt schnell, da die rotatorische Masse des Kurbeltriebs abgekoppelt ist und mit dem Schwungradgenerator 3 die Welle sehr schnell auf die Synchrondrehzahl abgebremst werden kann. Beim Schließen der Kupplung 2 ist es günstig, die Drehzahl des Verbrennungsmotors 7 hochgefahren und an die Getriebedrehzahl angepaßt wird. Die Reibkupplung kann dadurch ohne Differenzdrehzahl und damit sehr schonend geschlossen werden.

Beim Herunterschalten ist der Ablauf für eine mechanische und automatisierte Reibkupplung im wesentlichen gleich. Die Reibkupplung bleibt geschlossen. Das Motormoment wird angeglichen, bis der Antriebsstrang lastfrei ist. Der Gang wird herausgenommen und die Drehzahl der Vorgelegewelle auf die des zu schaltenden Gangs im Getriebe 4 angehoben, indem das Motormoment entsprechend erhöht wird. Der niedrigere Gang wird eingelegt und das Motormoment freigegeben. Zur Unterstützung der schnelleren Schaltbarkeit kann der Verbrennungsmotor 7 auch durch den Schwungradgenerator 3 beschleunigt werden. Eine Synchronisation bei geschlossener Kupplung 2 beim Herunterschaltvorgang ist vorteilhaft, da das Motormoment statt des Moments des Schwungradgenerators 3 zum Beschleunigen der Getriebeeingangswelle eingesetzt werden kann.

Die Synchronisation des Getriebes 4 bei geöffneter oder geschlossener Reibkupplung 2 hängt im wesentlichen auch von der Dynamik der Motorsteuerung und der Zeitstandfestigkeit der Motorbremsfunktion bzw. von der Zeitstandfestigkeit der Kupplungsbetätigung ab. Eine Synchronisation bei geöffneter, automatisierter Reibkupplung 2 beim Hochschaltvorgang ist dann

vorteilhaft, wenn ein möglichst dynamisches Abbremsen der Vorgelegewelle durch den Schwungradgenerator 3 erwünscht ist, wobei eine Verzögerung durch die Trägheit des Verbrennungsmotors 7 vermieden werden kann.

Die erfindungsgemäße Anordnung hat noch den weiteren großen Vorteil, daß das Getriebe 4 vereinfacht werden kann, indem auf eine Zwischenwelle für den Rückwärtsgang verzichtet werden kann. Eine Rückwärtsfahrt kann vorzugsweise bei PkW einfach so erfolgen, daß zweckmäßigerweise im Stillstand des Fahrzeugs und vorzugsweise leerlaufendem oder stillstehendem Verbrennungsmotor 7 die Reibkupplung 2 geöffnet und der Schwungradgenerator 3 gegensinnig bestromt wird, so daß er mit entgegengesetztem Drehsinn verglichen zur Vorwärtsfahrt drehen kann, nachdem der erste Gang eingelegt wurde. Da die Eingangswelle und damit auch die Ausgangswelle nunmehr von dem rückwärtslaufenden Schwungradgenerator 3 angetrieben wird, fährt das Fahrzeug im ersten Gang mit elektrischem Antrieb rückwärts. Das Getriebe 4 wird dadurch erheblich vereinfacht und kostengünstiger. Dabei stört nicht, daß der Verbrennungsmotor 7 nunmehr ohne eigentliche Schwungmasse läuft, da zum einen die Erschütterungen des unruhig laufenden Verbrennungsmotors 7 wegen der geöffneten Reibkupplung 2 nicht auf den Antriebsstrang übertragen werden, zum anderen die Kurbeltriebmasse den Motor bereits etwas stabilisiert. Ansonsten kann die Leerlaufdrehzahl des Verbrennungsmotors 7 erhöht werden, damit der Motor nicht abstellt, oder er wird bewußt vorübergehend abgestellt, um dann zur Vorwärtsfahrt durch den Schwungradgenerator 3 annähernd geräuschfrei wieder angelassen zu werden.

Weiterhin läßt sich die erfindungsgemäße Vorrichtung auch in einem Fahrzeug mit Vierradantrieb verwenden, bei dem die erste

Achse vom Verbrennungsmotor 7 und/oder Schwungradgenerator 3 angetrieben wird und die zweite Achse von einem alternativen Antrieb angetrieben wird. Dieser Antrieb kann den Schwungradgenerator 3 in den verschiedenen Betriebszuständen unterstützen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung ist schließlich vorgesehen, daß der Schwungradgenerator 3 als verschleißfreie Bremse ausgebildet ist.

Besonders günstig ist, die reibschlüssige Kupplung 2 und den Schwungradgenerator 3 als kompakte Starter-Generatorbaueinheit auszubilden, die platzsparend zwischen dem Motor 7 und dem Getriebe 4 einsetzbar ist. Ist eine formschlüssige Kupplung 6 vor dem Getriebe 4 vorgesehen, kann diese ebenfalls in die Starter-Generatoreinheit integriert werden.

Besonders günstig ist auch, wenn die Klauenkupplung 6 im Getriebe 4 integriert wird. Zusätzlich kann auch der Schwungradgenerator 3 im Getriebe 4 integriert werden. Ferner ist es möglich, den Schwungradgenerator 3 als Baueinheit mit der Reibkupplung 2 zusammenzufassen und/oder die Klauenkupplung 6 im Schaltgetriebe 4 vorzusehen.

Günstigerweise ist die ganze Einheit steuerungstechnisch so ausgelegt, daß im Stillstand des Fahrzeugs der Getriebeleerlauf geschaltet ist, um durch eine geschlossene Reibkupplung 2 die Schwunghasse des Schwungradgenerator 3 zur Dämpfung der Motor-Ungleichförmigkeit mit der Kurbelwelle zu verbinden.

Im laufenden Betrieb ist es also möglich, mit der Starter-Generatoreinheit die nicht dargestellte Fahrzeugbatterie wie bei einer herkömmlichen Lichtmaschine zu laden.

Weiterhin kann der Schwungradgenerator 3 in vorteilhafter Weise auch als verschleißfreie Bremse für das Fahrzeug eingesetzt werden, um auf diese Weise die normale Betriebsbremse zu schonen. Eine den Motor 7 unterstützende Hilfsantriebsfunktion ist ebenso möglich. Es ist auch möglich, den Anfahrvorgang alleine mit dem Schwungradgenerator 3 als Antrieb zu bewirken, wobei dann die Reibkupplung 2 wieder drehzahldifferenzfrei und damit im wesentlichen verschleißfrei geschlossen werden kann. Zusätzlich zur vorteilhaften Verschleißreduzierung bei der Reibkupplung 2 ergibt sich vorzugsweise im Pkw-Segment noch eine günstige Vereinfachung der Reibkupplung 2, welche nur noch quasi digital schnell geöffnet oder schnell geschlossen zu werden braucht.

Besonders günstig ist dies für Fahrzeuge, welche häufig anfahren müssen, wie etwa Busse oder Müllfahrzeuge.

Beim Bremsen kann die überschüssige Energie in einem elektrischen Widerstand in Wärme umgewandelt werden, was entsprechende Kühlmaßnahmen erfordert und/oder die Energie kann zum Laden der Fahrzeugbatterie eingesetzt werden. Die Energie kann bevorzugt auch unmittelbar eingesetzt werden, um speichernde Medien zu versorgen, wie etwa das Füllen eines Druckluftspeichers in einem Lkw mit Druckluft und/oder eine mit hohem Strom zu betreibende elektromotorische Zuspannung von Radbremsen. In diesem Fall wird die Verwendung eines Schwungradgenerators 3 mit möglichst geringer Schwellzeit, innerhalb der die Leistung auf 90% angestiegen ist, mit etwa 100 msec angestrebt.

DaimlerChrysler AG
Stuttgart

FTP/S
18.09.2000

Patentansprüche

1. Vorrichtung mit einem Starter-Generator (1) für Verbrennungskraftmaschinen (7), wobei der Verbrennungsmotor (7) eine Schwungmasse zum Stabilisieren der Laufruhe aufweist, mit mindestens einer ersten kraftschlüssigen Kupplung (2) und einem über eine elektrische Energiequelle (5) betätigbaren Schwungradgenerator (3), der mit einem schaltbaren Getriebe (4) in Wirkverbindung steht, dadurch gekennzeichnet, daß die kraftschlüssige Kupplung (2) zwischen dem über eine elektrische Energiequelle (5) betätigbaren Schwungradgenerator (3) und dem Verbrennungsmotor (7) vorgesehen ist und der Schwungradgenerator (3) die Schwungmasse des Verbrennungsmotors (7) bildet.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine weitere Kupplung (6) zwischen dem Schwungradgenerator (3) und dem schaltbaren Getriebe (4) vorgesehen ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine formschlüssige Kupplung im schaltbaren Getriebe (4) als zusätzliche Kupplung auf der Eingangswelle integriert ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwungradgenerator (3) als Bremse ausgebildet ist.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die reibschlüssige Kupplung (2) und der Schwungradgenerator (3) als Starter-Generatorbaueinheit ausgebildet sind, die zwischen dem Motor (7) und dem Getriebe (4) einsetzbar ist.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die reibschlüssige Kupplung (2), der Schwungradgenerator (3) und die formschlüssige Kupplung (6) als Starter-Generatorbaueinheit ausgebildet sind, die zwischen dem Motor (7) und dem Getriebe (4) einsetzbar ist.
7. Verfahren zum Betreiben der Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Starten des Verbrennungsmotors (7) der Schwungradgenerator (3) zumindest vom Verbrennungsmotor (7) abgekuppelt wird und von getriebeseitigen Schleppmomenten getrennt und/oder das Getriebe (4) in Leerlauf geschaltet wird, danach der Schwungradgenerator (3) so lange mit der Energiequelle (5) in Wirkverbindung gebracht wird, bis dieser seine Solldrehzahl erreicht hat, und dann der Verbrennungsmotor (7) über die kraftschlüssige Kupplung (2) zugeschaltet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß nach Erreichen der Solldrehzahl des Schwungradgenerator (3) zuerst der Verbrennungsmotor (7) zugeschaltet wird, dieser über den Schwungradgenerator (3) angefahren wird, um dann kurzzeitig wieder vom Schwungradgenerator (3) abgeschaltet zu werden, während der Schwungradgenerator (3) in etwa bis auf

Stillstand heruntergefahren wird, um das Getriebe (4) zuzuschalten, und der Verbrennungsmotor (7) wieder zugeschaltet wird, während das Getriebe (4) in Leerlauf geschaltet ist.

9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß zum Anfahren die Reibkupplung (2) geöffnet wird, die Getriebeeingangswelle durch den Schwungradgenerator (3) abgebremst wird, der erste Gang geschaltet wird und die Reibkupplung (2) geschlossen wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwungradgenerator (3) nach dem Einlegen des Ganges bestromt wird, wobei die Getriebeeingangswelle auf die Drehzahl des Verbrennungsmotors (7) so angeglichen wird, daß die Reibkupplung (2) drehzahldifferenzfrei geschlossen wird.

11. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Schwungradgenerator (3) im Fahrbetrieb zum Synchronisieren des Getriebes (4) verwendet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß zum Hochschalten eines Getriebeganges eine Getriebeeingangswelle und/oder der Verbrennungsmotor (7) vom Schwungradgenerator (3) abgebremst wird, bis eine gewünschte niedrigere Drehzahl der Getriebeeingangswelle erreicht ist.

13. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,

daß zum Herunterschalten eines Getriebeganges eine Getriebeeingangswelle vom Verbrennungsmotor (7) und/oder vom Schwungradgenerator (3) beschleunigt wird, bis eine gewünschte höhere Drehzahl der Getriebeeingangswelle erreicht ist.

14. Verfahren nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet,

daß zum Rückwärtsfahren die Reibkupplung (2) geöffnet wird, der Verbrennungsmotor (7) auf Leerlaufdrehzahl gebracht wird, der Schwungradgenerator (3) mit der Vorwärtsfahrt entgegengesetztem Drehsinn angetrieben wird und der erste Gang eingelegt wird.

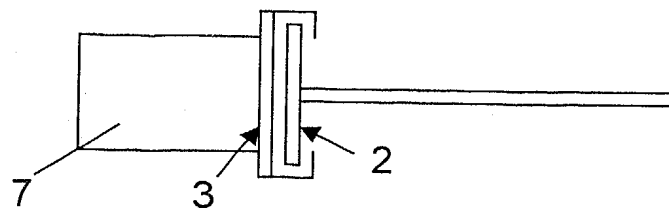


Fig. 1a

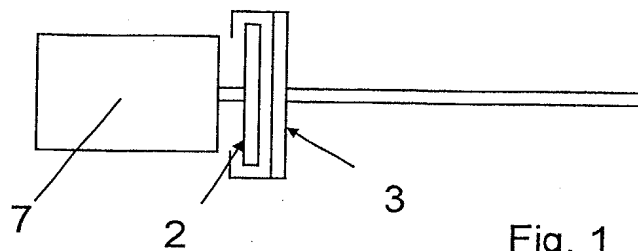


Fig. 1b

Fig. 1

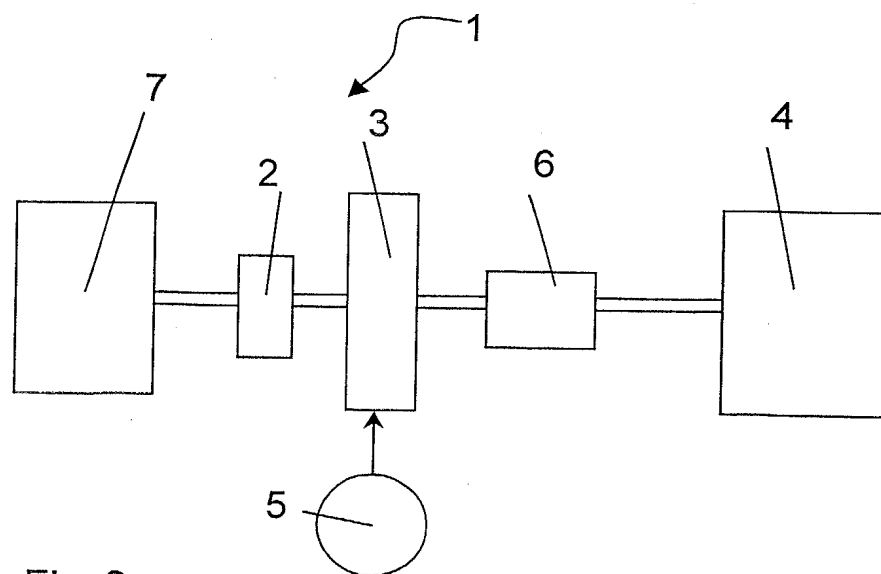


Fig. 2

DaimlerChrysler AG
Stuttgart

FTP/S
18.09.2000

Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung mit einem Starter-Generator für Verbrennungskraftmaschinen, wobei der Verbrennungsmotor eine Schwungmasse zum Stabilisieren der Laufruhe aufweist, mit mindestens einer ersten kraftschlüssigen Kupplung und einem über eine elektrische Energiequelle betätigbaren Schwungradgenerator, der mit einem schaltbaren Getriebe in Wirkverbindung steht, wobei die kraftschlüssige Kupplung zwischen dem über eine elektrische Energiequelle betätigbaren Schwungradgenerator und dem Verbrennungsmotor vorgesehen ist und der Schwungradgenerator die Schwungmasse des Verbrennungsmotors bildet.